

SPÉCIFICATION MILITAIRE

ANODISATIONS POUR ALUMINIUM ET ALLIAGES D'ALUMINIUM

Cet amendement fait partie de la norme MIL-A-8625F, datée du 10 septembre 1993, et est approuvé pour utilisation par tous les ministères et organismes du ministère de la Défense.

PAGE 2

2.1.1, sous SPÉCIFICATIONS, MILITAIRE : Supprimer « MIL-C-81706 – matériaux de conversion chimique pour le revêtement de l'aluminium et des alliages d'aluminium ».

PAGE 3

3.3.1.2, ligne 7 : Supprimer « IA... » et remplacer par « IB ».

PAGE 4

3.3.1.2 : Remplacer le numéro du paragraphe par « 3.3.1.3. » À la ligne 4, supprimer « IA » et remplacer par « IB ».

PAGE 5

Ajouter : « 3.4.2.2 Plaques signalétiques photosensibilisées (d'identification). Lorsque les anodisations de Type II sont spécifiées pour une utilisation dans les plaques signalétiques photosensibilisées, l'anodisation à l'acide oxalique peut être utilisée au lieu de l'anodisation à l'acide sulfurique. Si l'on utilise l'anodisation à l'acide oxalique, le revêtement obtenu doit satisfaire aux exigences de la présente spécification pour les anodisations de Type II. Si la copie et la couleur de fond sont ajoutées aux plaques signalétiques photosensibles, des composés argentés ou des colorants doivent être utilisés. L'aluminium photosensible non traité doit être classé dans la Classe 1. Les plaques signalétiques en aluminium photosensible doivent être classées dans la Classe 2. »

MIL-A-8625F
AMENDEMENT 1

PAGE 6

3.7.1.2c : Supprimer et remplacer :

« c. Outre les exigences des points a et b ci-dessus, les spécimens des Types I et IB qui présentent de grandes zones de décoloration exagérée (zones gris foncé) doivent satisfaire aux exigences supplémentaires suivantes. Le nombre total de cavités et le nombre de cavités par panneau utilisés pour vérifier que les exigences des points a et b ci-dessus sont respectées doivent être déterminés en additionnant le nombre de cavités trouvées à l'œil nu au nombre de cavités trouvées dans les zones de décoloration exagérée déterminés lors de l'examen à un grossissement de 10X. Cette exigence ne s'applique pas aux zones de légère décoloration ou dégradation de couleur, telles que les zones pouvant résulter de la lixiviation du chromate pendant l'exposition au brouillard salin. »

PAGE 9

TABLEAU II : Ajouter « 2/ III » à la ligne 3 de la colonne 2, Type I, IB, IC, II, IIB applicable. Ajouter la note de bas de page suivante sous le Tableau « 2/ les revêtements de Type III ne doivent être soumis à des essais de résistance à la corrosion que s'il est spécifié que le revêtement est scellé. »

PAGE 10

4.3.3.2.3 : Supprimer et remplacer : « 4.3.3.2.3 Spécimens d'essai pour la résistance à la corrosion et à la solidité à la lumière. La résistance à la corrosion doit être déterminée sur des pièces de production non teintées et scellées ou sur des panneaux spécimens (voir 4.3.3.2). Lorsqu'un essai de solidité à la lumière est spécifié (voir 6.2), il doit être effectués sur des pièces de production ou des panneaux spécimens teintés et scellés (Classe 2) (voir 4.3.3.2). Lorsque des panneaux spécimens sont utilisés, ils doivent avoir une largeur d'au moins 3 pouces, une longueur d'au moins 10 pouces et une épaisseur nominale d'au moins 0,032 pouce.

PAGE 13

6.1, ligne 2 : Supprimer « yipvide » et remplacer « fournir ».

6.1.1, ligne 7 : Remplacer « MIL-C-81706 » par « MIL-DTL-81706 ».

PAGE 18

6.16, lignes 2 et 4 : Remplacer « silicone » par « silicium ».

MIL-A-8625F
AMENDEMENT 1

PAGE 19

Supprimer 6.23 et remplacer :

« 6.23 Liste de terme du sujet (mot clé).

Anodisation
Chromates
Acide chromique
Acide phosphorique
Dichromate de potassium
Dichromate de sodium
Acide sulfurique

Dépositaires :

Armée – Réparateur de machinerie
Marine – Station
Air Force – 111

Activité de préparation : Marine - Station
Air Force
(Projet MFFP-0698)

Activités de révision :

Armée – AR, AV, AT, CR, CR4, MI
Marine – OS, SH
Armée de l'air – 70, 71, 99

NON SENSIBLE À LA
MESURE

MIL-A-8625F
10 septembre 1993 EN
REPLACEMENT DE
MIL-A-8625E 25 avril
1988

SPÉCIFICATION MILITAIRE

ANODISATIONS, POUR ALUMINIUM ET ALLIAGES D'ALUMINIUM

1. PORTÉE

1.1 Portée. Cette spécification couvre les exigences pour six Types et deux Classes d'anodisations formées électrolytiquement sur l'aluminium et les alliages d'aluminium pour des applications non architecturales (voir 6.1).

1.2 Classification. Les Types et Classes d'anodisation couverts par cette spécification sont tels que spécifiés ici (voir 6.2 et 6.21) :

1.2.1 Types

Type I	- Anodisation à l'acide chromique, revêtements classiques produits à partir d'un bain d'acide chromique (voir 3.4.1)
Type IB	- Anodisation à l'acide chromique, procédé à basse tension, 22 +/- 2 V (voir 3.4.1)
Type IC	- Anodisation à l'acide non chromique, pour utilisation comme solution de remplacement sans chromate pour les revêtements de Type I et IB (voir 3.4.1 et 6.1.2)
Type II	- Anodisation à l'acide sulfurique, revêtements classiques produits à partir d'un bain d'acide sulfurique (voir 3.4.2)
Type IIB	- Anodisation à l'acide sulfurique mince, pour utilisation comme solution de remplacement sans chromate pour les revêtements de Type I et IB (voir 3.4.2 et 6.1.2)
Type III	- Anodisations dures (voir 3.4.3)

1.2.2 Classes.

Classe 1	- non teint (voir 3.5.)
Classe 2	- teint (voir 3.6.)

Les commentaires (recommandations, ajouts, suppressions) et toutes les données qui peuvent être pertinentes pour améliorer ce document devraient être adressées à : Systems Engineering and Standardization Department (Code 53), Naval Air Engineering Center, Lakehurst, NJ 08733-5100, en utilisant la proposition d'amélioration du document de normalisation adressée (formulaire DD 1426) pré-adressé apparaissant à la fin de ce document ou par lettre.

AMSC N/A

AREA MFFP

DÉCLARATION DE DISTRIBUTION A : Approuvé pour diffusion publique; la distribution est illimitée.

2. DOCUMENTS APPLICABLES

2.1 Documents gouvernementaux.

2.1.1 Spécifications et normes. Les spécifications et normes suivantes font partie de ce document dans la mesure spécifiée dans le présent document. Sauf indication contraire, les numéros de ces documents sont ceux énumérés dans le numéro de Department of Defense Index of Specifications and Standards (DODISS) et son supplément, cité dans la demande de soumission.

SPÉCIFICATIONS

MILITAIRE

- | | |
|-------------|--|
| MIL-C-23377 | - Revêtement d'apprêt, époxy-polyamide, résistant aux produits chimiques et aux solvants |
| MIL-C-81706 | - Matériaux de conversion chimique pour le revêtement de l'aluminium et des alliages d'aluminium |
| MIL-P-85582 | - Revêtements d'apprêt : Époxy, à base d'eau |

FÉDÉRAL

- | | |
|------------|---|
| QQ-A-250/4 | - Alliage d'aluminium 2024, plaque et feuille |
|------------|---|

NORMES

FÉDÉRAL

- | | |
|-------------|--|
| FED-STD-141 | - Peinture, vernis, laque et matériaux connexes : Méthode d'échantillonnage et d'essai |
| FED-STD-151 | - Métaux; méthodes d'essai |

MILITAIRE

- | | |
|-------------|--|
| MIL-STD-105 | - Procédures d'échantillonnage et Tableaux pour l'inspection par attributs |
|-------------|--|

(Sauf indication contraire, des copies des spécifications et des normes fédérales et militaires sont disponibles auprès du DODSSP-Customer Service, Standardization Documents Order Desk, 700 Robbins Avenue, Building 4D, Philadelphia, PA 19111-5094.)

2.2 Publications non gouvernementales. Les documents suivants font partie intégrante de ce document dans la mesure spécifiée dans le présent document. Sauf indication contraire, les numéros des documents qui sont adoptés par le DOD sont ceux énumérés dans le numéro du DODISS cité dans la demande de soumission. Sauf indication contraire, les numéros de documents qui ne sont pas énumérés dans le DODISS sont les numéros de documents cités dans la demande de soumission (voir 6.2). AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM))

- | | |
|-----------------|---|
| ASTM B 117 | - Méthode d'essai par pulvérisation de sel (brouillard) |
| ANSI/ASTM B 137 | - Mesure du poids du revêtement sur aluminium revêtu anodiquement |
| ASTM B 244 | - Mesure de l'épaisseur des anodisations sur aluminium et d'autres revêtements non conducteurs sur métaux de base non magnétique avec instruments à courants de Foucault, |
| ASTM D 822 | - Appareil d'exposition à la lumière et à l'eau (Type à arc au carbone) pour tester la peinture, le vernis, la laque et les produits connexes, pratiques courantes d'exploitation |

MIL-A-8625F

- | | | |
|-------------|---|--|
| ASTM D 2244 | – | Évaluation instrumentale de différences de couleur des matériaux opaques |
| ASTM G 23 | – | Pratique courante pour l'utilisation des appareils d'exposition à la lumière (Type à arc au carbone) avec et sans eau pour l'exposition de matériaux non métalliques |
| ASTM G 26 | – | Utilisation des appareils d'exposition à la lumière (Type à arc au xénon) avec et sans eau pour l'exposition de matériaux non métalliques |

(La demande de copies devrait être adressée à American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103.)

2.3 Ordre de préséance. En cas de conflit entre le texte de ce document et les références citées ici, le texte de ce document prévaut. Toutefois, aucune disposition du présent document ne remplace les lois et règlements applicables, à moins qu'une exemption spécifique n'ait été obtenue.

3. EXIGENCES

3.1 Matériaux. Les matériaux utilisés doivent être de nature à produire des revêtements conformes aux exigences de la présente spécification.

3.1.1 Métal commun. Le métal commun doit être suffisamment exempt de défauts de surface, causés par l'usinage, la découpe, les rayures, le polissage, le ponçage, le rainurage, le pliage, l'étirage, la déformation, le laminage, le sablage, le sablage humide, les conditions de traitement thermique, le déséquilibre chimique de l'alliage et les inclusions, qui feront échouer les panneaux d'essai ou les pièces pour le non respect de toute exigence de cette spécification. Le métal commun doit être soumis à des procédures de nettoyage, de gravure, d'anodisation et de scellement nécessaires pour donner des revêtements conformes à toutes les exigences de la présente spécification.

3.2 Équipement et procédés. L'équipement et les procédés utilisés doivent être tels qu'ils permettent d'obtenir des revêtements qui répondent aux exigences de la présente spécification. Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2), les conditions d'exploitation du procédé sont laissées au choix du fournisseur.

3.3 Généralités.

3.3.1 Anodisation de pièces et d'assemblages.

3.3.1.1 Anodisation de pièces. Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2), les pièces doivent être anodisées une fois tous les traitements thermiques, usinages, soudures, façonnages et perforations terminés.

3.3.1.2 Anodisation d'assemblages. Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable, les anodisations ne doivent pas être appliqués aux assemblages qui emprisonnent l'électrolyte dans les joints ou les renforcements (les composants doivent être anodisés séparément avant l'assemblage). Lorsque l'anodisation des assemblages est autorisée par le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable, la méthode de traitement utilisée ne doit pas entraîner de dommages ultérieurs à l'assemblage par piégeage d'électrolyte (les revêtements de Type I ou IA doivent être utilisés à moins qu'un autre Type de revêtement ne soit spécifié). Les assemblages qui contiennent des pièces qui ne sont pas en aluminium, telles que l'acier, le laiton ou des substances organiques, qui seraient attaquées par des solutions de prétraitement ou d'anodisation ou empêcheraient la formation uniforme d'anodisation, ne doivent pas être anodisées en tant qu'assemblages, à moins que les surfaces qui ne sont pas en aluminium ne soient masquées ou isolées électriquement de manière à produire des anodisations conformes aux exigences de la présente spécification.

3.3.1.2 Anodisation de formes complexes. Lors de l'anodisation de formes complexes qui emprisonnent l'électrolyte dans des renforcements, la méthode de traitement utilisée ne doit pas entraîner d'endommagement ultérieur de la pièce par piégeage de l'électrolyte (les revêtements de Type I ou IA doivent être utilisés à moins qu'un autre Type de revêtement ne soit spécifié).

3.3.2 Manipulation et nettoyage. Les pièces doivent être manipulées pendant tous les prétraitements, anodisations et posttraitements de manière à éviter tout dommage mécanique ou toute contamination. Les pièces doivent être exemptes de substances étrangères, d'oxydes et de salissures, telles que graisses, huiles, peintures et flux de soudage. Les pièces doivent être débarrassées des pellicules d'oxyde et autres films interférant en utilisant des procédures de nettoyage appropriées de manière à être propres et à avoir des surfaces infiltrables. Les abrasifs contenant du fer, tels que la laine d'acier, l'oxyde de fer rouge et le fil d'acier, qui peuvent s'incruster dans le métal et accélérer la corrosion de l'aluminium et des alliages d'aluminium, sont interdits comme moyen de nettoyage mécanique, avant l'anodisation. Si des exigences particulières de nettoyage sont requises, elles doivent être précisées dans le contrat ou la commande (voir 6.2).

3.3.3 Surfaces réfléchissantes. Lorsque cela est spécifié dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2), les pièces fabriquées pour produire une surface hautement réfléchissante doivent être blanchies chimiquement ou électrochimiquement, avant l'anodisation (voir 6.9).

3.3.4 Retouches (dommages mécaniques et marques de contact). Sauf indication contraire (voir 6.2), les zones mécaniquement endommagées dont l'anodisation a été enlevé sans endommager la pièce peuvent être retouchées à l'aide de matériaux de conversion chimique homologués QPL-81706 pour les revêtements de Classe 1A et selon la méthode d'application applicable. Les retouches ne doivent s'appliquer qu'en cas de dommages mécaniques accidentels tels que des rayures. Pour les revêtements de Type III, les retouches ne sont autorisées que dans les zones qui ne seront pas soumises à l'abrasion (voir 6.1.1). La ou les zones endommagées mécaniquement ne doivent pas dépasser 5 % de la surface anodisée totale de l'article ou toute retouche n'est pas autorisée. Lorsque cela est spécifié dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2), les marques de contact doivent être retouchées en utilisant la méthode ci-dessus requise pour les dommages mécaniques.

3.4 Revêtements. Les anodisations conventionnelles spécifiées dans le contrat, le bon de commande ou les dessins applicables (voir 6.2) doivent être préparées par tout procédé ou opération visant à produire le revêtement spécifié sur l'aluminium et les alliages d'aluminium.

3.4.1 Revêtements de Type I, IB et IC. Les revêtements de Type I et IB doivent résulter du traitement électrolytique de l'aluminium et des alliages d'aluminium dans un bain contenant de l'acide chromique pour produire une anodisation uniforme sur la surface métallique. Les revêtements de Type IC doivent être le résultat du traitement de l'aluminium et des alliages d'aluminium électrolytiquement dans un bain contenant des acides minéraux ou minéraux organiques/mélangés (acide non chromique) pour produire une anodisation uniforme sur la surface métallique. Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable, les revêtements de Type I ne doivent pas être appliqués aux alliages d'aluminium ayant une teneur nominale en cuivre supérieure à 5,0 %, une teneur nominale en silicium supérieure à 7,0 % ou lorsque la teneur totale admissible en éléments d'alliage nominale dépasse 7,5 %. Les alliages pouvant être traités thermiquement qui doivent recevoir un revêtement de Type I, IB ou IC doivent être à l'état requis obtenu par traitement thermique, tel que -T4, -T6 ou T73 avant l'anodisation.

3.4.1.1 Revêtements de Type IC. Les revêtements de Type IC offrent une alternative non-chromatée aux revêtements de Type I et IB. Sauf approbation par le service des approvisionnements, le remplacement d'un revêtement de Type IC lorsque le Type I ou IB est spécifié est interdit.

3.4.2 Revêtements de Type II et IIB. Les revêtements de Type II et IIB doivent résulter du traitement électrolytique de l'aluminium et des alliages d'aluminium dans un bain contenant de l'acide sulfurique pour produire une anodisation uniforme sur la surface métallique. Les alliages pouvant être traités thermiquement doivent être à l'état requis obtenu par traitement thermique, tel que -T4, -T6 ou T73 avant l'anodisation.

3.4.2.1 Revêtements de Type IIB. Les revêtements de Type IIB offrent une alternative non-chromatée aux revêtements de Type I et IB. Sauf approbation par le service des approvisionnements, le remplacement d'un revêtement de Type IIB lorsque le Type I ou IB est spécifié est interdit.

3.4.3 Revêtements de Type III. Les revêtements de Type III doivent résulter du traitement électrolytique de l'aluminium et des alliages d'aluminium pour produire une anodisation uniforme sur la surface métallique. Les revêtements de Type III doivent être préparés par toute opération de traitement visant à produire un revêtement dense épais d'une épaisseur spécifiée sur des alliages d'aluminium (voir 3.7.2.1). Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable, les revêtements de Type III ne doivent pas être appliqués aux alliages d'aluminium ayant une teneur nominale en cuivre supérieure à 5,0 % ou une teneur nominale en silicium supérieure à 8,0 %. Les alliages dont la teneur nominale en silicium est supérieure à 8,0 % peuvent être anodisés sous réserve de l'approbation du service des approvisionnements. Les alliages pouvant être traités thermiquement doivent recevoir un traitement thermique, tel que -T4, -T6 ou T73 avant l'anodisation.

3.5 Classe 1. Lorsque la Classe 1 est spécifiée dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2), l'anodisation ne doit pas être teinte ou pigmentée. Toute coloration naturelle résultant d'un traitement anodique avec les différentes compositions d'alliage n'est pas considérée comme une coloration. La couleur caractéristique conférée par le procédé de scellement doit également être considérée comme non teinte.

3.6 Classe 2. Lorsque la Classe 2 est spécifiée dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2), l'anodisation doit être teinte ou pigmentée par exposition à une solution de Type colorant ou teinture approprié. La couleur des alliages corroyés doit être uniforme. Les alliages coulés peuvent présenter une perte de colorant ou un manque de couleur (ou d'uniformité de couleur) associé à la porosité inhérente de la pièce coulée. Les colorants et pigments utilisés ne doivent pas endommager les anodisations.

3.6.1 Couleur de teinture. Lorsque des revêtements teints ou pigmentés sont requis, les exigences de couleur et d'uniformité de couleur doivent être telles que spécifiées dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2).

3.6.1.1 Alliages de moulage. Les alliages de moulage teints peuvent montrer un léger manque d'uniformité de couleur. Le degré de non-uniformité acceptable est établi par le service des approvisionnements (voir 6.2).

3.7 exigences détaillées.

3.7.1 Revêtements de Types I, IB, IC, II, et IIB.

3.7.1.1 Poids du revêtement. Avant la teinture ou le scellement, les revêtements de Type I, IB, IC, II et IIB doivent satisfaire aux exigences de poids du revêtement du Tableau I lorsqu'ils sont testés conformément au 4.5.2 (voir 6.10.6).

TABLEAU I. Poids d'anodisation non scellées de Types I, IB, IC, II et IIB.

Type revêtement	Poids revêtement (mg/pi ²)
I et IB	200 minimum
IC [1]	200 minimum - 700 maximum
II	1000 minimum
IIB	200 minimum - 1000 maximum

[1] poids de revêtement supérieurs à 700 mg/ft² peuvent être utilisés si spécifiés dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.1.2 et 6.2).

3.7.1.2 Résistance à la corrosion . Après exposition à l'essai au brouillard salin spécifié à 4.5.3, les spécimens doivent être examinés visuellement pour déterminer si toutes les conditions suivantes sont remplies :

a. Les spécimens d'essai ne doivent pas présenter plus de 15 cavités isolées (voir 6.19), dont aucune ne dépasse 0,031 pouce de diamètre, pour un total de 150 pouces carrés de surface d'essai groupés à partir de cinq spécimens ou plus. Les zones à moins de 0,062 pouce des marques d'identification, des bords et des marques de contact des électrodes restant après le traitement doivent être exclues.

b. Les spécimens ne doivent pas présenter plus de 5 cavités isolées, dont aucune ne dépasse 0,031 pouce de diamètre, dans un total de 30 pouces carrés d'un ou plusieurs spécimens. Les zones à moins de 0,062 pouce des marques d'identification, des bords et des marques de contact des électrodes restant après le traitement doivent être exclues.

c. Outre les exigences énoncées aux points a) et b) ci-dessus, les spécimens de Type I et IB ne doivent pas présenter de zones gris foncé discontinues (taches, traînées ou marques).

3.7.1.3 Solidité à la lumière. Classe 2, anodisations teintées, ne doivent pas présenter plus de dégradation de couleur ou de décoloration que ce qui serait équivalent à une valeur Delta (E) de 3 lorsqu'ils sont soumis à l'essai de solidité à la lumière (voir 4.5.4), sauf indication contraire dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2). La solidité à la lumière ne doit être déterminée que lorsque cela est spécifié dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2).

3.7.1.4 Adhérence de la peinture. Lors des essais effectués conformément à 4.5.6, il ne doit pas se produire de séparation entre le système de peinture et l'anodisation ou entre l'anodisation et le métal commun. L'adhérence de la peinture ne doit être déterminée que lorsque cela est spécifié dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2).

3.7.2 Revêtements de Type III.

3.7.2.1 Épaisseur du revêtement. Sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2), l'épaisseur nominale du revêtement doit être de 0,002 pouce (2 mils) (voir 6.16, 6.17 et 6.10 à 6.10.5). Sauf indication contraire, l'épaisseur du revêtement ne doit pas varier de plus de +/- 20 pour cent pour les revêtements d'une épaisseur maximale de 0,002 pouce (2 mils) lors de l'essai effectué conformément à la section 4.5.1. Les revêtements de plus de 0,002 pouce (2 mils) ne doivent pas varier de plus de +/- 0,0004 pouce (0,4 mils) d'épaisseur. Une plage typique d'épaisseur de revêtement de Type III est indiquée dans le Tableau IV.

3.7.2.1.1 Poids du revêtement. Le poids du revêtement peut être déterminé à la place de l'épaisseur du revêtement (voir 3.7.2.1), au choix du service des approvisionnements. Les revêtements de Type III non scellés doivent avoir un poids minimal de revêtement de 4320 milligrammes par pied carré pour chaque 0,001 pouce de revêtement lorsqu'ils sont testés conformément au 4.5.2 (voir 6.2).

3.7.2.2 Résistance à l'abrasion. Lorsqu'ils sont testés conformément à la section 4.5.5, les revêtements non scellés de Type III doivent fournir un fini dur résistant à l'abrasion tel que spécifié dans la présente section (voir 6.17). L'anodisation doit avoir un indice d'usure maximal de 3,5 mg/1000 cycles sur les alliages d'aluminium ayant une teneur en cuivre de 2 % ou plus (voir 6.13). L'indice d'usure pour tous les autres alliages ne doit pas dépasser 1,5 mg/1000 cycles.

3.8 Étanchéité.

3.8.1 Types I, IB, IC, II, et IIB. Toutes les anodisations de Types I, IB, IC, II et IIB doivent être complètement scellées, sauf indication contraire dans le contrat, le bon de commande ou le dessin applicable (voir 6.2). Ils doivent être scellés conformément au 3.8.1.1 ou 3.8.1.2, selon le cas. Si des agents mouillants sont utilisés, ils doivent être de Type non ionique.

3.8.1.1 Classe 1. Lorsque la Classe 1 est spécifiée, le scellement doit être effectué par immersion dans un milieu de scellement tel qu'une solution aqueuse à 5 % de bichromate de sodium ou de potassium (pH 5,0 à 6,0) pendant 15 minutes à une température comprise entre 90 °C et 100 °C (194 °F et 212 °F), dans de l'eau désionisée bouillante, de l'acétate de cobalt ou de nickel, ou d'autres solutions chimiques appropriées (voir 6.15).

3.8.1.2 Classe 2. Lorsque la Classe 2 est spécifiée, le scellement doit être réalisé après teinture par immersion dans un milieu de scellement, tel qu'une solution aqueuse chaude contenant 0,5 % d'acétate de nickel ou de cobalt (pH 5,5 à 5,8), de l'eau désionisée bouillante, un scellement duplex avec des solutions aqueuses chaudes d'acétate de nickel et de dichromate de sodium (voir 6.11) ou d'autres solutions chimiques appropriées.

3.8.2 Type III. Les revêtements de Type III ne doivent pas être scellés lorsque la fonction principale de l'application est d'obtenir le degré maximal de résistance à l'abrasion ou à l'usure. Lorsque des revêtements de Type III sont utilisés pour des applications extérieures non entretenues nécessitant une résistance à la corrosion, mais permettant une résistance réduite à l'abrasion, le contrat ou le bon de commande doit préciser que l'étanchéité est requise. Le scellement de tels revêtements de Type III doit être réalisé par immersion dans un milieu, tel que de l'eau désionisée bouillante, dans une solution aqueuse chaude de bichromate de sodium à 5 %, dans une solution aqueuse chaude contenant de l'acétate de nickel ou de cobalt ou d'autres solutions chimiques appropriées (voir 6.2). Lorsque les revêtements de Type III ne sont pas scellés, les pièces doivent être soigneusement rincées à l'eau froide propre et séchées après anodisation.

3.9 Dimensions des articles enrobés. Les objets ou pièces doivent satisfaire aux exigences dimensionnelles des dessins applicables après application d'anodisation (voir 6.10.1). (Pour connaître les interférences lors des ajustements serrés des pièces ou des assemblages, voir 6.10.5).

3.11 Peinture/revêtement. Les opérations de peinture/revêtement doivent être effectuées dès que possible après le procédé d'anodisation sur des revêtements propres. Si des pièces doivent être entreposées avant la peinture ou le revêtement, elles doivent être entreposées de manière à éviter toute contamination. Si les pièces sont contaminées, elles doivent être nettoyées de manière à ne pas nuire à l'anodisation ou au métal de base (voir 6.3).

3.12 Teinture ou coloration. Les anodisations ne doivent pas sécher avant la teinture ou la coloration. Les articles à teindre ou à colorer devraient de préférence être revêtus par un traitement d'anodisation de Type II (voir 6.12). Les revêtements teints ou colorés ne doivent pas rester dans les eaux de rinçage pendant plus de 5 minutes avant le scellement.

3.13 Qualité de l'exécution. À l'exception des zones de retouche conformément à la section 3.3.4 et comme indiqué ci-dessous, l'anodisation appliquée doit être continue, lisse, adhérente, d'aspect uniforme, exempte de zones poudreuses, de films détachés, de cassures, de rayures et d'autres défauts qui réduiront la facilité d'utilisation des pièces ou assemblages anodisés. Les différences d'aspect d'anodisation résultant de différences inhérentes au métal de base dans un composant, telles que la présence de soudures, de composants contenant des surfaces moulées et usinées, et de différences de granulométrie dans un produit forgé, ne doivent pas entraîner le rejet d'anodisation, sauf indication contraire dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2). Une légère décoloration due à l'égouttement ou à l'écoulement de la solution d'étanchéité des crevasses conçues dans un composant doit être admise.

3.13.1 Marques de contact. La taille et le nombre des marques de contact doivent être au minimum conformes aux bonnes pratiques (voir 6.14). Si un emplacement spécifique pour les marques de contact est souhaité, l'emplacement doit être spécifié sur le contrat ou le bon de commande (voir 6.2).

4. DISPOSITIONS RELATIVES À L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

4.1 Responsabilité de l'inspection. Sauf indication contraire dans le contrat ou le bon de commande, l'entrepreneur est responsable de l'exécution de toutes les exigences d'inspection (examens et essais) spécifiées dans le présent document. Sauf indication contraire dans le contrat ou le bon de commande, l'entrepreneur peut utiliser ses propres installations ou toute autre installation appropriée à l'exécution des exigences d'inspection précisées aux présentes, à moins que le gouvernement ne les désapprouve. Le gouvernement se réserve le droit de procéder à toute inspection prévue dans le cahier des charges lorsque de telles inspections sont jugées nécessaires pour s'assurer que les fournitures et les services sont conformes aux exigences prescrites.

4.1.1 Responsabilité en matière de conformité. Tous les articles doivent satisfaire à toutes les exigences de la Section 3. L'inspection décrite dans la présente spécification doit faire partie intégrante du système d'inspection global ou du programme de qualité de l'entrepreneur. L'absence de toute exigence d'inspection dans le cahier des charges ne dégage pas l'entrepreneur de la responsabilité de veiller à ce que tous les produits ou fournitures soumis au gouvernement pour acceptation soient conformes à toutes les exigences du contrat. L'inspection par échantillonnage, dans le cadre des opérations de fabrication, est une pratique acceptable pour vérifier la conformité aux exigences, mais elle n'autorise pas la présentation de matériel défectueux connu, qu'il soit indiqué ou réel, et elle n'engage pas le gouvernement à accepter le matériel défectueux.

4.2 Classification de l'inspection. Les exigences d'inspection spécifiées ici sont classées comme suit :

- a. Inspection du contrôle des procédés (voir 4.3).
- b. Inspection de conformité de la qualité (voir 4.4).

4.3 Inspection du contrôle des procédés.

4.3.1 Document de contrôle des procédés (DCP). L'anodisateur doit développer, maintenir et respecter un DCP décrivant le procédé et les procédures d'anodisation utilisés pour satisfaire aux exigences de la présente spécification. Au minimum, le DCP doit décrire les éléments suivants :

- Toutes les étapes de la séquence de traitement.
- Plages de temps d'immersion et de température pour chaque étape du procédé.
- Constituants chimiques utilisés et plages de contrôle de la solution admissibles à être utilisée pour l'analyse de solution (voir 4.3.2) pour chaque étape du procédé.
- Plages de température, densité de courant et temps d'anodisation (ou rampes de tension et temps de maintien) appliqués aux alliages individuels ou aux séries d'alliages.

4.3.2 Analyse de solution. Une analyse de solution doit être effectuée sur toutes les solutions de traitement dans la ligne d'anodisation afin de déterminer si les contrôles de solution se situent dans les plages acceptables établies dans le DCP (voir 4.3.1). L'analyse de la solution doit être effectuée au moins une fois toutes les deux semaines, sauf indication contraire du service des approvisionnements. Le transformateur tient un registre de l'historique de chaque bain de traitement, indiquant tous les produits chimiques ou solutions de traitement ajoutés aux bains, et les résultats de toutes les analyses chimiques effectuées. À la demande du service des approvisionnements, ces registres, ainsi que les rapports sur les résultats des tests, doivent être accessibles. Ces registres doivent être conservés pendant au moins un an après l'achèvement du contrat ou du bon de commande.

4.3.3 Essais de contrôle de procédés. Pour assurer un contrôle continu du procédé, les spécimens doivent être testés conformément au Tableau II. Des essais de contrôle de procédés sont effectués pour déterminer la conformité des anodisations aux exigences de cette spécification, et sont acceptables comme preuve des propriétés obtenues avec l'équipement et les procédures utilisés.

4.3.3.1 Fréquence des essais de contrôle de procédés. Les essais de contrôle de procédés doivent être effectués au moins une fois par mois. En outre, les intervalles entre chaque essai mensuel ne doivent pas dépasser 35 jours. Si la production conformément à la présente spécification n'est pas effectuée pendant une période d'un mois ou plus, des essais de contrôle de procédés doivent être effectués au début de la production.

TABLEAU II. Essais de contrôle de procédés.

Test	Type applicable	Nombre de spécimens à tester	Paragraphe		
			Spécimen Préparation	Exigence	Test Méthode
Poids revêtement	I, IB, IC, II, IIB III [1]	3	4.3.3.2.1	3.7.1.1	4.5.2
			4.3.3.2.1	3.7.2.1.1	4.5.2
Épaisseur revêtement	III [1]	3	4.3.3.2.2	3.7.2.1	4.5.1
Résistance à la corrosion	I, IB, IC, II, IIB	5 minimum	4.3.3.2.3	3.7.1.2	4.5.3
Solidité à la lumière	I, IB, IC, II, IIB Classe 2 seul.	3	4.3.3.2.3	3.7.1.3	4.5.4

Résistance à l'abrasion	III	2	4.3.3.2.4	3.7.2.2	4.5.5
-------------------------	-----	---	-----------	---------	-------

Pour les revêtements de Type III, le poids du revêtement peut être choisi à la place de l'épaisseur du revêtement au choix de service des approvisionnements (voir 3.7.2.1.1).

4.3.3.2 Spécimens d'essai de contrôle de procédés. Les pièces de production doivent être utilisées pour l'inspection du contrôle de procédés, à condition qu'elles puissent être adaptées à l'essai applicable. Si les pièces de production ne peuvent pas être adaptées à un essai particulier, des panneaux d'essai doivent être utilisés. Au choix du fournisseur, les panneaux d'essai doivent être composés de 2024-T3 selon QQ-A-250/4 ou de l'alliage représentant le plus grand pourcentage du travail anodisé pendant la période mensuelle de contrôle du procédé. Dans la mesure du possible, les panneaux spécimens doivent être anodisés avec un cycle de production réel. Les détails supplémentaires concernant les panneaux spécimens doivent être ceux spécifiés aux 4.3.3.2.1 à 4.3.3.2.4.

4.3.3.2.1 Spécimens d'essai pour le poids du revêtement. Le poids du revêtement doit être déterminé sur des pièces de production non teintées et non scellées ou sur des panneaux spécimens (voir 4.3.3.2). Lorsque des panneaux spécimens sont utilisés, ils doivent avoir une largeur minimale de 3 pouces et une épaisseur nominale minimale de 0,032 pouce.

4.3.3.2.2 Spécimens d'essai pour l'épaisseur du revêtement. L'épaisseur de revêtement doit être déterminée sur des pièces de production de Type III ou sur des panneaux spécimens (voir 4.3.3.2). Lorsque des panneaux spécimens sont utilisés, ils doivent avoir une largeur minimale de 3 pouces, une longueur minimale de 3 pouces et une épaisseur nominale minimale de 0,032 pouce.

4.3.3.2.3 Spécimens d'essai pour la résistance à la corrosion et à la solidité à la lumière. La résistance à la corrosion doit être déterminée sur des pièces de production teintées (Classe 2 uniquement) et scellées ou sur des panneaux spécimens (voir 4.3.3.2). Les essais de solidité à la lumière ne sont effectués que sur les revêtements teints (Classe 2) et seulement lorsque cela est spécifié (voir 6.2). Lorsque des panneaux spécimens sont utilisés, ils doivent avoir une largeur minimale de 3 pouces, une longueur minimale de 10 pouces et une épaisseur nominale minimale de 0,032 pouce.

4.3.3.2.4 Spécimens de résistance à l'abrasion. La résistance à l'abrasion doit être déterminée sur des pièces de production de Type III ou sur des panneaux spécimens (voir 4.3.3.2). Lorsque des panneaux spécimens sont utilisés, ils doivent avoir une largeur de 4 pouces, une longueur de 4 pouces et une épaisseur nominale minimale de 0,063 pouces.

4.3.4 Échec. Le non-respect de l'une des exigences de contrôle de procédés spécifiées dans le Tableau II entraîne l'arrêt immédiat de la production. La raison de la défaillance doit être déterminée et corrigée avant la reprise de la production. Tous les travaux traçables à partir du moment où les spécimens de contrôle de procédés défectueux ont été anodisés jusqu'au moment où la production a été arrêtée doivent être rejetés, sauf indication contraire de l'agent de négociation des contrats. Les travaux traçables sont définis comme tous les travaux dont l'emplacement est connu. Les essais de contrôle de procédés doivent être effectués au début de la production.

4.4 Inspection de conformité de la qualité (p. ex. acceptation de lot). L'inspection de conformité de la qualité doit comprendre des examens visuels (voir 4.4.2.1) et dimensionnels (voir 4.4.2.2) (voir 6.2.1). Lorsque cela est spécifié dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2), l'inspection de conformité de la qualité doit également comprendre des essais d'adhérence de la peinture conformément au 4.5.6.

4.4.1 Lot. Un lot doit être composé de tous les articles du même numéro de pièce anodisés dans la même citerne selon le même procédé et du même Type et Classe de revêtement, offerts à l'acceptation en même temps. En outre, la taille du lot ne doit pas dépasser le nombre d'articles traités en un quart de travail.

4.4.2 Échantillonnage pour examens visuels et dimensionnels. Des échantillons destinés aux examens visuels et dimensionnels (voir 4.4.2.1 et 4.4.2.2) doivent être prélevés sur chaque lot de pièces anodisées conformément aux dispositions de la norme MIL-STD-105, niveau d'inspection II. Les critères d'acceptation sont ceux spécifiés dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2 et 6.20). Si aucun critère d'acceptation n'est spécifié, les critères indiqués au 6.20 doivent être utilisés.

4.4.2.1 Examen visuel. Les échantillons sélectionnés conformément au 4.4.2 doivent être inspectés et examinés visuellement pour vérifier leur conformité au 3.13 après anodisation, scellement et teinture (le cas échéant).

4.4.2.2 Examen dimensionnel. Les échantillons, sélectionnés conformément au 4.4.2, doivent être soumis à une inspection dimensionnelle pour vérifier leur conformité au 3.9, sauf indication contraire du service des approvisionnements (voir 6.10.5).

4.4.3 Échantillonnage pour les essais d'adhérence de la peinture. Lorsque l'essai d'adhérence de la peinture est spécifié (voir 4.4), deux panneaux d'essai doivent être soumis à l'essai conformément au 4.5.6 pour déterminer la conformité au 3.7.1.4. Les panneaux d'essai doivent mesurer 3 pouces de largeur sur 10 pouces de longueur et avoir une épaisseur nominale minimale de 0,032 pouce. À moins d'indication contraire, les panneaux d'essai doivent être composés soit de 2024-T3 selon QQ-A-250/4, soit de l'alliage prédominant dans le lot à partir duquel l'essai d'adhérence de peinture doit être effectué. À moins qu'un autre système de peinture ne soit spécifié (voir 6.2), le système de peinture du 4.4.3.1 doit être appliqué sur les panneaux anodisés.

4.4.3.1 Préparation des spécimens d'adhérence de peinture. Les panneaux spécimens (voir 4.4.3) doivent être finis avec une couche d'apprêt époxy-polyamide conforme soit à la norme MIL-P-23377 (Classe 1 ou 2), soit à la norme MIL-P-85582. Dans les deux cas, l'apprêt doit être appliqué sur une épaisseur de film sec de 0,0006 à 0,0009 pouce (0,6 à 0,9 mil) et séché conformément à la spécification de l'apprêt applicable avant l'essai conformément au 4.5.6.

4.4.4 Échec. Le non-respect de l'une ou l'autre des exigences de conformité en matière de qualité entraîne le rejet du lot représenté.

4.5 Méthodes d'essai.

4.5.1 Épaisseur d'anodisation. Les spécimens préparés conformément au 4.3.3.2.2, doivent être soumis à des essais d'épaisseur d'anodisation conformément à la norme ASTM B 244, méthode 520 ou méthode 520.1 de la norme FED-STD-151 pour déterminer leur conformité aux exigences du 3.7.2.1. Si ASTM B 244 ou méthode 520 de FED-STD-151 est utilisé, l'épaisseur doit être calculée comme la moyenne d'au moins huit mesures. En cas de contestation, l'épaisseur d'anodisation est déterminée par la mesure d'une section transversale perpendiculaire du spécimen anodisé à l'aide d'un microscope métallographique muni d'un oculaire calibré.

4.5.2 Poids d'anodisation. Les spécimens préparés conformément au 4.3.3.2.1 doivent être soumis à des essais de poids d'anodisation conformément à la norme ANSI/ASTM B 137 ou à la méthode spécifiée au 4.5.2.1. Les revêtements des Types I, IB, IC, II et IB doivent être soumis à des essais de conformité aux exigences du 3.7.1.1. Si le service des approvisionnements choisit de soumettre le revêtement à un essai de poids au lieu de l'épaisseur du revêtement pour les revêtements durs anodisés du Type III, il doit être soumis à un essai de conformité avec 3.7.2.1.1.

4.5.2.1 Méthode. La détermination du poids d'anodisation doit être effectuée de la manière suivante :

a. Les spécimens doivent être pesés immédiatement après l'anodisation, avant la teinture ou le scellement. Une balance analytique ou un autre instrument sensible à au moins 10 % du poids net d'anodisation sur le spécimen doit être utilisé. Les spécimens doivent être nettoyés et séchés pendant au moins 30 minutes à 93 degrés +/- 6 °C (200 °C +/- 10 °F) et refroidis à température ambiante avant la pesée.

b. Immédiatement après la pesée, les spécimens sont démontés par immersion dans une solution d'acide phosphorique chromique pendant au moins 5 minutes (6 minutes au maximum), à 100 °C +/- 6 °C (212 °F +/- 10 °F). La solution est constituée des éléments suivants :

Acide phosphorique, 85 pour cent	35 millilitres
d'acide chromique (CrO ₃)	20 grammes
Eau pour donner	1 000 millilitres

c. Les spécimens doivent être retirés de la solution, lavés dans de l'eau distillée, séchés et pesés. L'exposition de 5 minutes doit être répétée jusqu'à ce que le revêtement soit complètement enlevé, ce qui est indiqué par le poids du spécimen restant constant. La solution de décapage doit être éliminée après que 1 litre de solution ait dissous 5 grammes d'anodisation.

d. Après la pesée finale, la surface totale du spécimen d'essai doit être déterminée avec précision.

e. Le poids unitaire du film doit être déterminé en soustrayant le poids en milligrammes du spécimen décapé de son poids en milligrammes avant le décapage et en divisant par la surface exprimée en pieds carrés.

4.5.3 Résistance à la corrosion.

4.5.3.1 Méthode. Les spécimens préparés conformément au 4.3.3.2.3. doivent être lavés dans de l'eau distillée ou désionisée, séchés avec un chiffon doux, puis soumis à un essai de brouillard salin de 5 % conformément à la norme ASTM B 117, sauf que la surface significative doit être inclinée de 6 degrés par rapport à la verticale. Les spécimens doivent être exposés pendant 336 heures. Après exposition, les spécimens doivent être examinés pour déterminer la conformité avec le 3.7.1.2.

4.5.4 Solidité à la lumière (Classe 2 uniquement). Les spécimens préparés conformément au 4.3.3.2.3. doivent être soumis à des essais de solidité à la lumière par exposition aux rayons ultraviolets conformément à ASTM G 23, ASTM D 822 ou ASTM G 26, pendant une période de 200 heures, sauf que les spécimens seront exposés en continu à la lumière sans pulvérisation d'eau. Après exposition, les spécimens doivent être comparés à des spécimens dupliqués non exposés à une source lumineuse pendant la même période afin de déterminer la valeur Delta (E) conformément à la norme ASTM D 2244. La valeur Delta (E) doit être utilisée pour déterminer la conformité au 3.7.1.3.

4.5.5 Résistance à l'abrasion. Les spécimens préparés conformément au 4.3.3.2.4. doivent être testés conformément à la méthode 6192.1 de la norme FED-STD-141 en utilisant des roues CS-17 avec une charge de 1000 grammes. Les roues doivent tourner sur l'anodisation à une vitesse de 70 tours par minute (tr/min) pendant 10 000 cycles. Les roues abrasives doivent être rectifiées au moins une fois tous les 10 000 cycles. L'indice d'usure doit être déterminé après la période de cycle de 10 000 en divisant la perte de poids par 10. L'indice d'usure doit satisfaire aux exigences du 3.7.2.2.

4.5.6 Essai d'adhérence de la peinture. Lorsque cela est spécifié (voir 4.4), les panneaux spécimens préparés conformément au 4.4.3 doivent être soumis à des essais d'adhérence de ruban humide. L'essai doit être effectué comme décrit dans la méthode 6301 de la norme FED-STD-141 pour déterminer la conformité avec le paragraphe 3.7.1.4.

5. EMBALLAGE (non applicable à cette spécification)

6. NOTES (Cette section contient des renseignements de nature générale ou explicative qui peuvent être utiles, mais qui ne sont pas obligatoires.)

6.1 Utilisation prévue. Les revêtements couverts dans le présent document sont destinés à fournir une résistance à la corrosion, une adhérence améliorée à la peinture et une résistance à l'abrasion comme spécifié aux 6.1.1 à 6.1.3. Ce document n'est pas destiné à couvrir suffisamment les anodisations pour une utilisation dans l'adhésif de structure.

6.1.1 Types I, IB et II. Les anodisations classiques de Type I, IB et II sont destinés à améliorer la protection contre la corrosion superficielle dans des conditions de service difficiles ou comme base pour les systèmes de peinture. Les anodisations peuvent être colorées avec une grande variété de colorants et de pigments. Les revêtements de Types I, IB et II offrent une meilleure protection contre la corrosion à un coût plus élevé que les systèmes de conversion chimique. La réparation des zones endommagées mécaniquement à l'aide de matériaux conformes à la norme MIL-C-81706 (voir 3.3.4) ne rétablira pas la résistance à l'abrasion, mais fournira un moyen efficace de rétablir la résistance à la corrosion. Lorsque des anodisations sont requises sur des composants critiques pour la fatigue, des revêtements de Type I et IB (voir 6.1.2) sont utilisés en raison de la minceur du revêtement (voir 6.10.7).

6.1.2 Type IC et IIB. Les revêtements de Type IC et IIB offrent des alternatives sans chromate aux revêtements de Type I et IB où la résistance à la corrosion, l'adhérence de la peinture et la résistance à la fatigue sont requises. Veuillez noter que le Type IC ou IB peut ne pas servir de remplaçants appropriés lorsque les effets du piégeage d'électrolyte sont la principale préoccupation (voir 3.3.1.2 et 3.3.1.3). Les poids maximaux des revêtements de Type IC et de Type IIB de 700 mg/ft² et 1000 mg/ft², respectivement, sont spécifiés dans le Tableau I aux fins de fatigue (voir 6.10.7). Si des poids de revêtement de Type IC plus élevés sont autorisés pour l'utilisation prévue, cela doit être spécifié dans le contrat ou le bon de commande (voir 6.2). Si des poids de revêtement de Type IIB plus élevés sont autorisés pour l'utilisation prévue, le Type II doit être spécifié.

6.1.3 Type III. Les revêtements de Type III sont destinés à fournir des surfaces résistantes à l'usure et à l'abrasion avec une meilleure protection contre la corrosion en raison d'une épaisseur et d'un poids plus élevés que les anodisations classiques. L'étanchéité des revêtements de Type III n'est pas recommandée, sauf si la résistance à la corrosion est également un facteur. La résistance à l'usure est réduite par l'étanchéité. Les anodisations constituent une excellente base pour la plupart des Types de systèmes de peinture, adhésifs et lubrifiants à film sec. Les revêtements durs peuvent réduire la résistance à la fatigue. Ces facteurs devraient être pris en compte dans l'utilisation proposée de pièces soumises à des charges cycliques. En général, ces revêtements durs ne doivent pas être utilisés sur des pièces ou des parties de pièces qui, normalement, pendant le réusinage, nécessiteraient le rétablissement des tolérances dimensionnelles en raison de l'usure des surfaces revêtues dures.

6.1.3.1 Applications. Les revêtements de Type III sont utilisés dans des applications telles que les vannes, les pièces coulissantes, les mécanismes de charnière, les cames, les engrenages, les joints pivotants, les pistons, les cols de tuyères, les plaques isolantes, les écrans protecteurs, etc.

6.2 Exigences en matière d’approvisionnement. Les documents d’approvisionnement doivent préciser ce qui suit :

- a. Titre, numéro et date de la présente spécification.
- b. Type d’anodisation (voir 1.2.1).
- c. Classe d’anodisation (voir 1.2.2).
- d. Conditions particulières de fonctionnement du procédé, le cas échéant (voir 3,2).
- e. exigences spéciales de nettoyage et de fabrication (voir 3.3.1, 3.3.2, et 3.3.3).
- f. Si le poids du revêtement pour le Type IC peut dépasser le maximum spécifié dans le Tableau I.
- g. Couleur et uniformité des revêtements de la Classe 2, le cas échéant (voir 3.6.1 et 3.12).
- h. Degré de non-uniformité des alliages de moulage teints (voir 3.6.1.1).
- i. Solidité à la lumière, le cas échéant (voir 3.7.1.3), et une valeur Delta E si différente de 3 (voir 3.7.1.3).
- j. Épaisseur du revêtement de Type III, le cas échéant (voir 3.7.2.1).
- k. Poids du revêtement pour l’épaisseur, Type III, s’il est remplacé (voir 3.7.2.1.1).
- l. Exigences spéciales d’étanchéité (voir 3.8).
- m. Le cas échéant, la différence admissible dans l’aspect d’anodisation résultant des différences inhérentes aux métaux communs (voir 3.13).
- n. Indiquer l’emplacement précis des marques de contact si elles sont importantes pour la fonction de la pièce (voir 3.13.1 et 6.14).
- o. Critères d’acceptation pour les inspections de conformité de la qualité (voir 4.4.2 et 6.20).
- p. Si un essai d’adhérence de la peinture est requis pour l’essai de conformité de la qualité (voir 4.4) et le système de peinture requis (s’il est différent de celui du 4.4.3.1).

6.2.1 Examen des exigences en matière de données. Les exigences de données suivantes doivent être prises en compte lorsque cette spécification est appliquée à un contrat. La description de l’élément de données (DID) applicable doit être examinée conjointement avec l’approvisionnement spécifique pour s’assurer que seules les données essentielles sont demandées/fournies et que le DID est adapté pour refléter les exigences de l’approvisionnement spécifique. Pour assurer une application contractuelle correcte des exigences en matière de données, une liste des exigences en matière de données contractuelles (formulaire DD 1423) doit être préparée pour obtenir les données, sauf lorsque le supplément FAR 27-4.75-1 du DOD dispense l’exigence d’un formulaire DD 1423.

Para. de référence	Numéro DID	Titre DID	Personnalisation suggérée
4.4	DI-NDTI-80809A	RAPPORTS TEST/INSPECTION	10.2.7.1

Le DID ci-dessus a été autorisé à partir des données de cette spécification. Le numéro actuel du DOD 5010.12-I, Systèmes de gestion des approvisionnements et liste de contrôle des exigences en matière de données (AMSDL), doit faire l’objet d’une recherche afin de s’assurer que seules les DID valides sont citées sur le formulaire DD 1423.

6.2.2 Exceptions aux dessins pour revêtements de Types I, IB, IC, II, et IIB. Lorsque le type d'anodisation n'est pas spécifié sur le dessin, le Type I, IB, IC, II ou IIB peut être fourni dans les limites de cette spécification, au choix de l'entrepreneur. Lorsque la classe de revêtement n'est pas spécifiée sur le dessin, la Classe 1 ou Classe 2 doit être fournie dans les limites de la présente spécification, au choix de l'entrepreneur.

6.3 Peinture/revêtement. Lorsque des revêtements anodisés doivent être peints/enduits, les pièces doivent être séchées et peintes aussi rapidement que possible, pendant ce temps, l'exposition à la contamination doit être réduite au minimum. Avant de peindre ou d'enduire des pièces anodisées, il convient de limiter au minimum les opérations d'essuyage, de polissage ou mécaniques. Ceci peut endommager la couche extérieure moins dense d'anodisation et la rendre sensible à des défauts d'adhérence ultérieurs. Les procédés de scellement peuvent avoir un effet significatif sur l'adhérence des apprêts et d'autres matériaux polymères à la surface anodisée ainsi que sur la force de cohésion de la couche anodisée. Si ces facteurs sont importants pour l'application, comme les opérations de peinture ultérieures, des détails spécifiques pour (ou l'omission) le procédé de scellement doivent être spécifiés dans le contrat ou le bon de commande.

6.4 Action électrolytique. Une attaque sévère de l'électrolyte sur les pièces moulées ou les soudures peut être occasionnée soit par des pièces moulées non solides, une mauvaise pratique de soudage, une différence de composition entre la soudure et le métal de base ou, en particulier dans le cas du procédé à l'acide sulfurique, la rétention de la solution dans des fissures, des crevasses ou des surfaces irrégulières. Une attaque grave de l'électrolyte peut également être causée par des contaminants dans l'électrolyte, en particulier des chlorures ou par un mauvais rayonnage des pièces.

6.5 Taux d'anodisation. L'aluminium et les alliages d'aluminium peuvent être regroupés par vitesse d'anodisation sans inconvénient, en particulier dans le cas du procédé à l'acide chromique (Type I) pour les revêtements classiques. Toutefois, le procédé chromique (Type I) ou le procédé à l'acide sulfurique (Type II) anodisera les charges mixtes de manière satisfaisante, selon les préférences locales en matière de traitement. Les fournisseurs sont avertis que, en particulier dans le procédé à l'acide sulfurique, le temps d'anodisation devra être suffisamment long pour assurer que les alliages à anodisation plus lente ont au moins une épaisseur de revêtement minimale. Dans certains cas, cela peut entraîner des revêtements incorrects sur les alliages d'anodisation rapide.

6.6 Correspondance des couleurs. FED-STD-595 peut être utilisé comme guide pour spécifier la couleur des anodisations. Les normes de couleur de FED-STD-595 sont destinées aux finitions de peinture, et doivent être utilisées pour une comparaison approximative uniquement avec les anodisations (voir 6.2).

6.7 Rodage. Les anodisations de Type III ont généralement une rugosité de surface accrue et ont la propriété d'être moins dense sur la surface supérieure que dans le noyau du revêtement vers le métal de base. De tels revêtements peuvent être traités de manière surdimensionnée, puis rodés ou affinés jusqu'à la dimension finale souhaitée.

6.8 Bains de revêtement. Pour information, il est à noter que les procédés fournissant d'autres électrolytes de revêtement pour les revêtements classiques peuvent être des solutions aqueuses contenant de l'acide oxalique, de l'acide borique plus du borate d'ammonium et des nitrures. Il existe des procédés exclusifs nécessitant des électrolytes de revêtement, autres que l'acide sulfurique, pour les revêtements de Type III; par exemple, les divers

alumilites, The Martin Hard Coat, The Sanford, The Hardas et d'autres. L'un des procédés Alumilite nécessite une solution aqueuse contenant à la fois des acides sulfurique et oxalique pour le bain. D'autres bains utilisés moins fréquemment et à des fins spéciales utilisent des solutions d'acide sulfosalicylique, sulfamique ou sulfophtalique.

6.9 Brillantage chimique et polissage. Le brillantage chimique peut être bénéfique en améliorant l'aspect et la résistance à la corrosion, en lissant la surface métallique par l'élimination de certains contaminants et en améliorant la continuité des anodisations sur les alliages d'aluminium (voir 3.3.3). Le pourcentage de réflectivité obtenu à partir d'une pièce qui a été éclaircie électrolytiquement puis anodisée dépendra de l'alliage et de l'épaisseur du revêtement. Certains alliages sont plus susceptibles d'obtenir une surface fortement éclaircie et des anodisations plus épaisses réduiront la réflectivité.

6.10 Informations de conception.

6.10.1 Dimension de surface des pièces. Lors de la spécification de l'épaisseur des revêtements, en particulier pour les revêtements de Type III, il faut tenir compte de l'augmentation dimensionnelle. Une cote d'usinage et une cote de revêtement doivent être placées sur les dessins applicables. Une augmentation de dimension, égale à la moitié de l'épaisseur du revêtement appliqué, peut être attendue pour chaque surface revêtue en raison de la croissance de surface. Par exemple, pour un revêtement de 0,004 pouce (4 mils) sur des pièces à tolérance étroite, une tolérance de préusinage de 0,002 pouce (2 mils) par surface doit être faite avant le revêtement dur. Si des ajustements serrés sont spécifiés dans les dessins de conception, l'accumulation d'épaisseur causée par des anodisations, en particulier de Type III, peut entraîner des interférences sur l'assemblage.

6.10.1.1 Trous. Dans le cas de petits trous et de trous taraudés, l'épaisseur du revêtement peut varier entre l'absence de film et un revêtement normal. Les trous, taraudés et non taraudés, de plus de 1/4 pouce doivent être anodisés. Les pièces avec revêtement de Type II, externe ou interne, avec une tolérance totale de 0,0004 pouce ou moins, si rodées, affinées ou défoncées à la taille après l'anodisation, doivent être traitées ultérieurement avec des matériaux QPL-81706 pour assurer la protection de surface. La décoloration de la surface qui a été calibrée est acceptable (voir 6.6). Le concepteur est averti d'exiger des opérations de scellement de filetage et de trou adéquat dans les assemblages ultérieurs, afin de produire la résistance à la corrosion nécessaire.

6.10.2 Dimensions du filetage. Toutes les anodisations affecteront les dimensions des filetages externes et internes; le diamètre principal et le diamètre secondaire seront multipliés par 2 (voir 6.10.1). Le diamètre primitif des filetages ayant un angle inclus de 60 degrés augmente de 4 fois la croissance. Pour les filetages ayant un angle inclus, autre que 60 degrés, le diamètre primitif augmente de 2 fois la croissance (voir 6.10.1) divisé par le sinus de 1/2 de l'angle inclus.

6.10.3 Fabrication. L'utilisation réussie d'anodisations, en particulier le Type III dur, dépend de la conception appropriée du produit. En raison du mode de formation, les anodisations développeront des vides au niveau des coins et bords tranchants. Les arêtes vives et les coins sont difficiles à anodiser de manière satisfaisante et doivent en général être évités. Tous les bords et coins intérieurs doivent être arrondis avant l'anodisation. Le chanfreinage ne doit pas être utilisé, sauf si les arêtes vives résultantes sont arrondies. En général, pour éviter que les bords ou l'intérieur les angles n'aient pas de revêtements, les opérations de perçage et d'obturation doivent respecter les rayons de courbure pour les épaisseurs nominales de revêtement comme indiqué dans le Tableau III.

TABLEAU III. Rayons de courbure pour l'épaisseur nominale du revêtement.

Épaisseur nominale du revêtement, po	Radius de la courbe sur (bord et coin interne)
0.001	environ 1/32 pouce
0.002	environ 1/16 pouce
0.003	environ 3/32 pouce
0.004	environ 1/8 pouce

6.10.4 Épaisseur du revêtement. L'épaisseur du revêtement lourd de Type III peut être contrôlée à des tolérances extrêmement serrées. Le revêtement anodisé peut être obtenu avec des tolérances aussi peu que +/- 0,0001 pouce (0,1 mil). Avec tous les procédés d'anodisation utilisés principalement à des fins d'ingénierie plutôt qu'à des fins décoratives, un certain nombre de techniques hautement spécialisées sont utilisées pour le contrôle de l'opération. Une méthode pouvant être utilisée est de mesurer soigneusement la pièce enrobée encore humide et de la replacer dans le bain pendant une période de traitement déterminée. Des calculs fondés sur un taux calculé de revêtement par unité de temps de traitement peuvent servir de base pour déterminer la durée exacte de traitement requise pour l'alliage spécifique enrobé.

6.10.5 Dimensions du revêtement. Le Tableau IV donne des gammes d'épaisseurs d'anodisations pouvant être appliquées sur l'aluminium et les alliages d'aluminium. Toutes les anodisations sont plus dures que le matériau du substrat. Si une interférence est nécessaire pour l'assemblage et est obtenue par ajustement forcé, les revêtements de Type I, IB, IC, IIB et certains de Type II sont trop fins, trop mous et trop cassants pour résister aux dommages abrasifs pendant un tel assemblage. Avec les revêtements de Type III, l'assemblage peut être réalisé par meulage, rodage ou autrement par l'enlèvement du revêtement excédentaire. Toutes les anodisations sont fragiles et peuvent se fissurer et éclater en raison des raccords forcés.

TABLEAU IV. Plages d'épaisseur des anodisations sur l'aluminium et les alliages d'aluminium.

Type de revêtement	Plage d'épaisseur, po
I, IB, IC, and IIB	0.00002 to 0.0007
II	0.00007 to 0.0010
III	0.0005 to 0.0045

6.10.6 Épaisseur du revêtement. Le Tableau V donne les épaisseurs minimales typiques en pouces des anodisations formées sur certains alliages corroyés et fondus qui pourraient satisfaire aux exigences relatives au poids minimal du revêtement conformément au Tableau I pour les Types I, IA et II, Classe 1.

TABLEAU V. Épaisseur minimale (typique) en pouces des anodisations

Désignation alliage	Épaisseur de revêtement, po	
	Type I, IB, et IC	Type II
1100	0.000029	0.000093
2024-T4	-	0.000125
2024-T6	0.000044	-
3003	0.000035	0.000103
5052	0.000033	0.000098
5056	0.000021	-
6061-T6	0.000034	0.000099

7075-T6	0.000040	-
Alclad 2014-T6	0.000045	-
Alclad 7075-T6	0.000041	-
295-T6	-	0.000107
356-T6	-	0.000102
514	-	0.000086

6.10.7 Effet sur la fatigue. Les propriétés de fatigue des alliages d'aluminium peuvent être sévèrement réduites par des anodisations. La quantité de la réduction varie selon le procédé. En règle générale, plus le revêtement est épais, plus la fatigue sera grande.

6.11 Scellement duplex. La résistance à la corrosion de pièces teintes, en particulier celles anodisées dans un bain d'acide sulfurique de Type II et IIB, peut être améliorée par traitement dans une solution de bichromate de sodium pendant ou après le scellement classique avec de l'acétate de nickel. Ce traitement peut provoquer de légers changements dans la couleur du colorant. Les systèmes de peinture adhèrent très bien aux revêtements teints scellés duplex. Toutefois, si une objection à une telle application de scellement duplex est justifiée en raison d'une coloration fermement souhaitée, le double procédé de scellement ne devrait pas être utilisé.

6.12 Revêtements de Type I, IB et IIB teints ou colorés. Les revêtements de Type I, IB et IC ont une structure de pores différente et, avec les revêtements de Type IIB, sont plus minces que les revêtements de Type II, ce qui les rend plus difficiles à teindre. Par conséquent, les Types I, IB, IC et IIB anodisés noirs peuvent ne pas être facilement obtenus.

6.13 Alliages ayant une teneur en cuivre de 2 % ou plus. Les alliages d'aluminium ayant une teneur nominale en cuivre de 2 % ou plus comprennent tous les alliages de la série 2xxx, 7050 et 7178 (voir 3.7.2.2).

6.14 Taille des marques de contact. Pour obtenir la densité de courant souhaitée sans brûler les pièces, la taille ou le nombre de marques de contact sera plus important sur les pièces ayant des surfaces plus élevées. Parce que la densité de courant est une mesure du courant requis par pied carré d'aluminium anodisé, une pièce ayant deux fois plus de surface par rapport à une autre nécessitera deux fois plus de courant. Tenter de forcer les courants plus élevés requis pour les pièces de plus grande taille à travers des zones de contact plus petites suffisantes pour les pièces de plus petite surface peut entraîner des brûlures.

6.15 Étanchéité. Le joint d'étanchéité à l'eau désionisée chaude est avantageux du point de vue environnemental. De plus, l'utilisation d'un joint d'étanchéité à l'eau désionisée chaude sur les revêtements de Type I et IB permet d'obtenir une bonne résistance à la corrosion, et peut éliminer l'apparition de zones gris foncé discontinues après exposition au brouillard salin (voir 6.18 et 3.7.1.2).

6.16 Effets sur l'épaisseur du revêtement. Une couche dure de 2 mils ou plus est extrêmement difficile à obtenir sur des moulages sous pression à haute teneur en silicium tels que 360, 380 et 383. Il est recommandé d'en tenir compte lors de la spécification d'une épaisseur de revêtement pour les moulages à haute teneur en silicium.

6.17 Effets de l'épaisseur du revêtement de Type III sur la résistance à l'abrasion. La résistance à l'abrasion des revêtements de Type III diminue à mesure que l'épaisseur du revêtement approche 3 mils. En général, la résistance à l'abrasion n'augmente pas avec l'augmentation de l'épaisseur du revêtement.

6.18 Résistance à la corrosion des revêtements de Type I et IB. Bien que la corrosion par piqûres puissent ne pas être visibles à l'œil nu, l'apparition de zones gris foncé sur la surface après une exposition au brouillard salin indique une dégradation du revêtement.

6.19 Définition d'une piqûre. Une piqûre est définie comme une zone de corrosion localisée ayant une profondeur supérieure à sa largeur. En règle générale, une piqûre présente généralement une queue ou une ligne caractéristique (voir 3.7.1.2).

6.20 Critères d'acceptation. Les révisions précédentes de ce document précisait un niveau de qualité acceptable (AQL) de 1,5 pour cent défectueux.

6.21 Données de remplacement. Le Type I, anodisation classique à l'acide chromique, mentionné dans la présente spécification est le même que le Type IA désigné dans la révision D et le Type I dans toutes les versions précédant la révision D.

6.22 Changements par rapport à la version précédente. Les astérisques ne sont pas utilisés dans cette révision pour identifier les changements par rapport à la version précédente en raison de l'ampleur des changements.

6.23 Liste de terme du sujet (mot clé).

- Aluminium
- Alliages d'aluminium
- Anodisations Chromates
- Acide chromique
- Bichromate de potassium
- Bichromate de sodium

Dépositaire :

- Armée - MR
- Navy - AS
- Armée de l'air – 11

Activité de préparation :
Marine - Station Air Force
(Projet no. MFFP-0493)

Activités de révision :

- Armée - AR, AV, MI
- Marine - OS, SH
- Armée de l'air – 70, 71, 80, 82, 85, 99

Activités de l'utilisateur :

- Armée - AT, CR, ME